

REVISTA

DIÁLOGO EDUCACIONAL

periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional



Educação ambiental crítica com abordagem investigativa: uma experiência emancipadora no ensino de problemas ambientais

Critical environmental education with an Investigative approach: an emancipatory experience in teaching environmental issues

Jayro Silva Tavares Sampaio ^[a] 

Fortaleza, CE, Brasil

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Andréa Pereira Silveira ^[b] 

Fortaleza, CE, Brasil

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Como citar: SAMPAIO J. S. T.; SILVEIRA A. P. Educação ambiental crítica com abordagem investigativa: uma experiência emancipadora no ensino de problemas ambientais. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, PUCPRESS, v. 25, n. 86, p. 1276-1293, 2025. <https://doi.org/10.7213/1981-416X.25.086.DS10>

Resumo

O estudo teve como objetivo pesquisar de que maneira uma Sequência Didática Investigativa (SDI), fundamentada na Educação Ambiental Crítica (EAC), pode promover a aprendizagem sobre os problemas ambientais nos biomas brasileiros, articulando conceitos como desequilíbrios ecológicos, racismo ambiental e saúde única. Os dados, coletados a partir de diários reflexivos e questionários e analisados por meio da combinação de frequência simples e análise de conteúdo, revelaram três eixos de avanços: (1) os estudantes do ensino médio ampliaram a compreensão da multicausalidade dos problemas ambientais, superando explicações genéricas e reconhecendo fatores estruturais como agronegócio; (2) os conceitos de racismo ambiental e saúde única emergiram nas conclusões, com destaque para os impactos desiguais em populações vulneráveis; (3) as soluções evoluíram de medidas punitivas para ações educativas e políticas públicas. Os alunos demonstraram

^[a] Mestre em Ensino de Biologia pela Universidade Estadual do Ceará, e-mail: jayro.sampaio@aluno.uece.br

^[b] Pós Doutora e Doutora em Ecologia pela Universidade Estadual do Ceará, e-mail: andrea.silveira@uece.br

elevados índices de interesse (muito interessante e interessante) nas etapas de contextualização (85%), problematização (80%), hipótese (75%), coleta de dados (80%), exposição dialogada (75%), conclusão (60%) e comunicação (65%). A experiência evidenciou que a articulação entre SDI e EAC desenvolveu nos estudantes a capacidade de analisar problemas ambientais nas dimensões ecológica, política e social, se configurando como prática pedagógica emancipatória e alinhadas às demandas contemporâneas por sustentabilidade e justiça ambiental.

Palavras-chave: Biomas Brasileiros. Ensino por Investigação. Justiça Ambiental.

Abstract

The study aimed to investigate how an Inquiry-Based Learning Sequence (IBLS), grounded in Critical Environmental Education (CEE), can promote learning about environmental issues in Brazilian biomes, integrating concepts such as ecological imbalances, environmental racism, and One Health. Data collected from reflective journals and questionnaires, and analyzed through a combination of simple frequency and content analysis, revealed three key areas of progress: (1) High school students expanded their understanding of the multicausality of environmental problems, moving beyond generic explanations and recognizing structural factors such as agribusiness; (2) the concepts of environmental racism and One Health emerged in their conclusions, with emphasis on the unequal impacts on vulnerable populations; (3) the solutions evolved from punitive measures to educational actions and public policies. Students reported high levels of interest (classified as “very interesting” and “interesting”) in the stages of contextualization (85%), problematization (80%), hypothesis (75%), data collection (80%), dialogical exposition (75%), conclusion (60%), and communication (65%). The experience demonstrated that the articulation between IBLS and CEE developed in students the ability to analyze environmental problems across ecological, political, and social dimensions, constituting an emancipatory pedagogical practice aligned with contemporary demands for sustainability and environmental justice.

Keywords: Brazilian Biomes. Inquiry-Based Teaching. Environmental Justice.

Introdução

As formações vegetacionais brasileiras enfrentam graves ameaças antropogênicas, como desmatamento, queimada e expansão agrícola, que aceleram a perda de biodiversidade e agravam conflitos socioambientais (Souza, 2020; Pantoja, 2021). Diante disso, a Educação Ambiental Crítica (EAC) surge como uma abordagem transformadora, integrando análises ecológicas, políticas e históricas para compreender as causas e soluções desses problemas (Machado; Abílio, 2021). Fundamentada em princípios dialógicos, a EAC combate visões reducionistas ao vincular temas geradores da realidade a práticas emancipatórias, como a reflexão sobre injustiças ambientais que afetam, sobretudo, as populações vulneráveis (Arrais; Bizerril, 2020; Costa; Loureiro, 2024; Dutra; Camargo; Souza, 2021; Freire, 2021; 2022).

Nesse cenário, estratégias pedagógicas como o Ensino por Investigação (EI) e as Sequências Didáticas Investigativas (SDI) ganham destaque por promoverem a Alfabetização Científica (AC), potencializando a articulação entre os conhecimentos científicos e a realidade vivida pelos estudantes (Sasseron, 2015; Silva; Sasseron, 2021). O EI favorece habilidades como problematização, análise de dados e argumentação baseada em evidências (Andrade, 2011; Carvalho, 2018; Scarpa; Campos, 2018), enquanto a SDI viabiliza atividades investigativas estendidas, adequadas à complexidade dos desequilíbrios ambientais (Motokane, 2015). A AC, por sua vez, estrutura-se em três eixos: 1) compreensão de conceitos científicos, 2) natureza das ciências e 3) inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Sasseron; Carvalho, 2008). Esses pilares são fundamentais para formar cidadãos sensíveis aos desafios socioambientais contemporâneos, em um ensino pautado pela ética e transformação (Valladares, 2021). Como destaca Sasseron (2024), a AC aliada ao EI amplia a visão de mundo discente, capacitando-os a compreender e transformar a realidade.

Apesar da importância da EAC, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC – Brasil, 2018) trata de forma insuficiente o tema, reduzindo a Educação Ambiental a uma abordagem superficial e transversal, sem questionar as estruturas de injustiça e desigualdade socioambiental. A BNCC propõe sensibilizar os estudantes para questões ambientais, mas sem problematizar as causas estruturais dos problemas, como o modelo capitalista e suas consequências (Nepomuceno *et al.*, 2021). Embora o documento reconheça a relevância da conscientização ambiental, há uma minimização da temática, o que limita a capacidade da Educação Ambiental de desempenhar seu papel transformador (Filipe; Silva; Costa, 2021; Xavier *et al.*, 2024). Nesse sentido, a EAC, ao buscar uma formação crítica e emancipatória para além da abordagem reducionista da BNCC, propondo uma reflexão sobre as relações entre sociedade, natureza e injustiças ambientais, e abre espaço para práticas pedagógicas que favoreçam a ação consciente e transformadora dos estudantes (Oliveira; Santos; Novais, 2024).

Diante desse contexto, o objetivo geral é pesquisar de que maneira uma Sequência Didática Investigativa (SDI), fundamentada na Educação Ambiental Crítica (EAC), pode promover a aprendizagem sobre problemas ambientais dos biomas continentais brasileiros (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica e Pampas) no Ensino Médio. Os objetivos específicos são: (1) elaborar uma SDI que conte com as causas, consequências e medidas mitigadoras dos desequilíbrios ecológicos; (2) avaliar sua aplicação em sala de aula, focando no desenvolvimento intelectual e argumentativo dos alunos; e (3) investigar se a SDI contribui para uma postura crítica diante dos problemas ambientais, articulando saberes científicos e debates sobre justiça ambiental, racismo ambiental e saúde única.

Partindo da questão "Como a EAC, mediada por uma SDI, pode promover a aprendizagem sobre desequilíbrios ambientais nos biomas brasileiros em uma perspectiva emancipatória?", o estudo visa superar as limitações da BNCC, demonstrando como abordagens crítico-investigativas podem articular a análise política dos conflitos ambientais ao ensino de Biologia, reforçando o papel da escola na construção de sociedades mais justas e sustentáveis.

Metodologia

Adotamos uma abordagem qualitativa para compreender as relações dinâmicas e as subjetividades dos sujeitos envolvidos no contexto educativo. Em pesquisas qualitativas, os sentidos atribuídos às experiências emergem como elementos centrais da investigação, sendo os olhos, ouvidos e atenção do pesquisador também instrumentos essenciais de coleta e análise de dados (Eiterer, 2016). Assim, as realidades são permeadas por uma riqueza interpretativa que favorece a construção de significados e que não podem ser captados apenas por índices e números (Ludke; André, 2017).

Trata-se de uma pesquisa intervenciva do tipo pesquisa e desenvolvimento, que de acordo com Teixeira e Megid-Neto (2017), se caracteriza pela elaboração e avaliação de processos ou produtos educacionais. O produto investigado foi uma SDI sobre desequilíbrios ambientais nos biomas brasileiros organizada em quatro etapas: Contextualização/Problematização/Hipóteses; Coleta de Dados; Sistematização Dialogada; Comunicação de Resultados (Fig. 1).

Figura 1 - Fluxograma da Sequência Didática Investigativa Desequilíbrios Ambientais nas Vegetações Brasileiras



Fonte: Autores (2025)

Aula 1: Inicia-se com análise de imagens dos biomas (clima, relevo, fauna e flora) em discussão dialogada (20 min). Em seguida, os alunos são divididos em seis grupos, cada um investigando um bioma específico (Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal, Pampa, Cerrado ou Caatinga). A partir de perguntas

norteadoras sobre problemas ambientais e seus impactos sociais, os grupos formulam hipóteses sobre causas, consequências e soluções (30 min).

Aula 2: os alunos buscam evidências bibliográficas para testar suas hipóteses, aprendendo a discernir fontes confiáveis, pesquisar com autonomia e construir argumentos, competências cruciais para as etapas seguintes.

Aula 3: Inicia-se com uma exposição dialogada (20 minutos) sobre os conceitos de EAC, Racismo Ambiental e Saúde Única. Na sequência, os grupos dedicam-se à consolidação de suas pesquisas (30 minutos), sistematizando os dados coletados e elaborando conclusões críticas em resposta às questões problematizadoras propostas.

Aula 4: os grupos apresentam suas conclusões, estabelecendo diálogo crítico entre as hipóteses iniciais e as conclusões, com ênfase na tríade (causas, impactos e soluções para os problemas ambientais investigados). A sessão caracteriza-se por: (1) argumentação fundamentada em evidências empíricas; (2) debate coletivo mediado pelo docente; e (3) refinamento conceitual por meio de intervenções pedagógicas direcionadas.

A SDI foi aplicada em 4 aulas de 50 minutos com 30 alunos da 3^a série do Ensino Médio de uma escola pública de um bairro periférico de Fortaleza-Ceará, respeitando os padrões éticos (Res. 466/2012 e 510/2016 - CEP/UECE 6.858.431). Para a coleta de dados, foram utilizados: (1) diário de campo do professor-pesquisador, com registros sobre a participação dos alunos nas atividades, formulação de hipóteses, pesquisas e apresentação das conclusões; (2) formulários dos estudantes, com os dados de todas as etapas da SDI; e (3) questionário avaliativo com perguntas abertas e fechadas sobre o interesse nas atividades. Conde et al. (2020), apontam que os diários reflexivos atuam como instrumento de apoio à memória docente, auxiliando na análise das vivências e contribuindo para reflexões sobre a prática pedagógica

Para a análise dos dados, foi realizada uma apreciação dos diários de campo do professor (1) e dos formulários dos estudantes (2), com o intuito de comparar as hipóteses e as conclusões, identificando avanços conceituais, criticidade, engajamento e desafios da intervenção. As respostas ao questionário foram examinadas por frequência simples e análise de conteúdo (Bardin, 2016), agrupando unidades de significado em categorias semânticas emergentes. Tais procedimentos permitiram uma análise articulada entre aspectos qualitativos e quantitativos.

Essas técnicas foram escolhidas por sua capacidade de revelar sentidos presentes nas respostas, possibilitando uma compreensão aprofundada das contribuições da SDI para o processo de ensino-aprendizagem, tanto na perspectiva docente quanto discente. Ainda que tenha havido uso de quantificação simples, conforme defendem Scarpa e Marandino (1999), ela não descaracteriza a abordagem qualitativa, mas a complementa, auxiliando na sistematização e comunicação dos resultados sem perda de profundidade interpretativa.

Resultados e Discussão

Avaliação da Aprendizagem mediada pela SDI

A SDI mobilizou habilidades como a formulação de hipóteses, análise e interpretação de dados e modelos explicativos, bem como a construção e justificativa de conclusões em situações-problema. Também se destacou a capacidade de comunicar os resultados de forma clara. Essas competências estão alinhadas à BNCC (Brasil, 2018), ao promoverem debates sobre temas científicos e socioculturais relevantes, e contribuem para AC, conforme defendido por Zômpero e Laburú (2011), ao aproximar os alunos dos conteúdos conceituais e procedimentais da ciência e incentivar a comunicação oral e escrita dos resultados.

O grupo do Pantanal participou apenas da etapa inicial da SDI, mas optou por não continuar devido à infrequência e recusa dos integrantes. Como a participação era voluntária, conforme o termo de consentimento, não houve prejuízo aos alunos. Assim, serão analisados os dados de cinco biomas: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Pampa. O desmatamento foi identificado como o principal problema na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica, enquanto o tráfico de animais foi destacado na Floresta Amazônica e as queimadas nos Pampas (Quadros 1-5). Esses achados estão em consonância com os diagnósticos de Souza (2020) e Pantoja et al. (2021), que apontam o desmatamento e as queimadas como as ameaças ambientais mais graves no Brasil.

Quadro 1 – Informações sistematizadas sobre problemas ambientais na Caatinga e impactos nas populações humanas

Dados para a hipótese	Dados para a conclusão	Caatinga
<u>Problema:</u> Desmatamento. <u>Causa:</u> A ação do homem para a extração da mata nativa para produção de lenha e carvão mineral. <u>Consequência:</u> Destrução do ecossistema e extinção de animais. <u>Medidas mitigadoras:</u> Projetos contra o desmatamento, prisão de pessoas e processos contra empresas que apoiam o desmatamento ambiental. <u>Afetam as populações igualmente:</u> Sim	<u>Problema:</u> Desmatamento <u>Causa:</u> Ação humana, crescimento do agronegócio. <u>Consequência:</u> Redução da umidade do ar, aumento da temperatura propiciam o aquecimento global e reduz a qualidade do solo, inviabilizando o manejo florestal e da perda da biodiversidade. <u>Medida mitigadora:</u> Comprar produtos reciclados, reciclar o lixo e participar de campanhas. <u>Afetam as populações igualmente:</u> Sim, pois afeta coisas que o ser humano não tem como controlar.	Hipótese: O desmatamento feito pelas pessoas para a produção de lenha, que destrói o ecossistema e afeta a população em geral. Conclusão: De acordo com as pesquisas tudo está correto

Fonte: Autores (2025).

Caatinga (Quadro 1) - O problema identificado na hipótese foi o desmatamento causado pela extração de mata nativa para a produção de lenha e carvão mineral. A conclusão confirma que a ação humana é uma das principais causas, mas amplia a explicação ao incluir o agronegócio e suas consequências para o clima e a qualidade do solo, o que demonstra uma compreensão mais profunda. As consequências também foram ampliadas nas conclusões, pois os alunos passaram a considerar outros impactos, além da perda da biodiversidade já expressa na hipótese, como a redução da umidade do ar, o aumento da temperatura, o agravamento do aquecimento global e a perda da qualidade do solo. As medidas mitigadoras se concentraram em ações punitivas como a prisão e os processos judiciais na hipótese, enquanto a conclusão deu maior ênfase à educação ambiental e à mobilização social, refletindo uma transição importante dos alunos de uma visão mais jurídica para uma abordagem mais educativa e preventiva. Quanto ao impacto do desmatamento sobre as populações, em ambas as etapas os alunos concordaram que afeta a todos igualmente.

Conforme apontado por Ribeiro et al. (2016) e Sampaio et al. (2017), o desmatamento na Caatinga é impulsionado por diversas causas, entre as quais se destacam: (i) a expansão da agricultura e da pecuária; (ii) a exploração para a produção de lenha e carvão; e (iii) a urbanização e o avanço de infraestrutura. As consequências incluem a perda de biodiversidade, a erosão do solo, alterações climáticas, diminuição da disponibilidade de recursos naturais essenciais, como água e produtos florestais não madeireiros, afetando diretamente as comunidades locais mais vulneráveis. Os autores discutem ainda que, para mitigar o desmatamento na Caatinga, é fundamental adotar medidas como: (i) o fortalecimento da fiscalização e da aplicação das leis ambientais; (ii) a promoção de alternativas econômicas sustentáveis; (iii) o manejo sustentável da vegetação; (iv) a educação ambiental e a sensibilização das populações locais; e (v) a criação e a gestão de unidades de conservação.

As conclusões dos alunos revelam uma ampliação de perspectiva, alinhada ao que é exposto na literatura científica, especialmente ao incorporarem o agronegócio como agente de pressão ambiental nas causas do desmatamento, ao ampliarem o repertório de consequências desse processo e ao incluírem medidas educativas na mitigação do problema. No entanto, também evidenciam dificuldades de compreensão crítica, uma vez que o reconhecimento do racismo ambiental não foi expresso na conclusão escrita (Quadro 1), surgindo apenas durante a comunicação dos resultados e a discussão com os pares, incluindo a participação de alunos de outras equipes e do professor. Para Sasseron (2015) e Scarpa e Campos (2018), o EI envolve tanto o engajamento ativo dos estudantes quanto as correções e complementações conceituais realizadas pelo professor. Portanto, as atividades de discussão e comunicação contribuíram para a construção coletiva do conhecimento. Ademais, a exclusão enfrentada por populações do Nordeste brasileiro, que convivem com a seca e a falta de acesso à água para suprir necessidades básicas, configura um problema socioambiental, de modo que a justiça ambiental se apresenta como uma abordagem essencial para combater a marginalização de grupos vulneráveis (Abreu, 2013).

Quadro 2 – Informações sistematizadas sobre problemas ambientais no Cerrado e impactos nas populações humanas

Dados para a hipótese	Dados para a conclusão	Cerrado
<u>Problema:</u> Desmatamento <u>Causa:</u> Desmatamento causado pelos homens. <u>Consequência:</u> Os animais morrem por causa da seca, por falta de água. <u>Medidas mitigadoras:</u> Evitar incêndios nas matas. <u>Afetam as populações igualmente:</u> Os animais e a vegetação são as maiores vítimas.	<u>Problema:</u> Desmatamento <u>Causa:</u> As principais causas do desmatamento das matas brasileiras estão relacionadas à ação humana, especialmente as atividades agropecuárias. <u>Consequência:</u> O desmatamento tem sérias consequências para o meio ambiente, incluindo a perda de biodiversidade, degradação de solo e alterações nos padrões climáticos. <u>Medidas mitigadoras:</u> Fazer o manejo da fauna durante a realização da supressão vegetal. Proibir os trabalhadores de quaisquer atividades relacionadas a caça. <u>Afetam as populações igualmente:</u>	Hipótese: O desmatamento é causado pelos homens, tem como consequência a morte de animais, as medidas mitigadoras são fiscalização e sensibilizar as pessoas. Afeta a população da mesma forma. Conclusão: Sim, de acordo com os dados coletados são semelhantes com os dados da pesquisa. A maior culpa é dos seres humanos, mas também pode ser causado pelos padrões climáticos e isso prejudica os animais. Em relação ao último item, os dados encontrados não correspondem à hipótese.

Fonte: Autores (2025).

Cerrado (Quadro 2) - Os alunos inicialmente identificaram o desmatamento como consequência da ação humana, com ênfase na morte de animais em razão da seca e da escassez de água. As medidas mitigadoras sugeridas na hipótese foram restritas a prevenção de incêndios. Contudo, na conclusão, os alunos passaram a identificar as atividades agropecuárias como as principais causas do desmatamento, relacionando-as à perda de biodiversidade, à degradação do solo e às alterações nos padrões climáticos e propuseram medidas mitigadoras que incluíam o manejo da fauna e a proibição da caça. Outro avanço importante foi a mudança de percepção em relação aos impactos do desmatamento, pois, enquanto na hipótese os alunos afirmaram que os efeitos atingem igualmente toda a população, na conclusão reconheceram que as comunidades rurais e de baixa renda são mais severamente afetadas, por dependerem diretamente dos recursos naturais para sua sobrevivência. Esse deslocamento aponta para uma maior consciência das desigualdades sociais envolvidas na questão ambiental.

Estudos como os de Monteiro *et al.* (2020) e Rodrigues *et al.* (2022) destacam a complexidade dos fatores que impulsão o desmatamento no Cerrado, entre os quais se destacam a expansão agrícola, os incêndios florestais, a construção de estradas e as condições climáticas, enquanto suas consequências envolvem a perda de biodiversidade, a redução da evapotranspiração e da segurança hídrica, o aumento da temperatura, das emissões

de carbono e da erosão do solo, e as medidas mitigadoras sugeridas incluem políticas públicas de controle ambiental, práticas agrícolas sustentáveis e ampliação de áreas protegidas. Ao propor medidas mitigadoras que vão além da contenção de incêndios, incorporando práticas sustentáveis e ações de proteção à fauna, os estudantes demonstram uma compreensão coerente com as soluções apontadas pelos autores, que incluem o fortalecimento das políticas públicas, a ampliação das áreas protegidas e o manejo ambiental responsável. Além disso, ao reconhecerem que os efeitos do desmatamento recaem de forma desigual sobre populações mais vulneráveis, os alunos demonstram um avanço no desenvolvimento do pensamento crítico e da consciência socioambiental. Esse tipo de reflexão, como enfatiza Andrade (2011), é essencial para uma abordagem da ciência que considere tanto os aspectos naturais quanto as implicações sociais.

Quadro 3 – Informações sistematizadas sobre problemas ambientais na Mata Atlântica e impactos nas populações humanas

Dados para a hipótese	Dados para a conclusão	Mata Atlântica
<u>Problema:</u> Desmatamento <u>Causa:</u> Raios solares e também os próprios seres humanos. <u>Consequência:</u> Afeta bastante o meio ambiente, os animais, oxigênio e causa muita destruição. <u>Medidas mitigadoras:</u> Ações benéficas para as pessoas afetadas, ONGs que possam tratar a saúde de animais e pessoas afetadas. <u>Afetam as populações igualmente:</u> Não, pois ainda existe a desigualdade social, e as minorias não têm condições de se manter em meio a esse problema.	<u>Problema:</u> Desmatamento <u>Causa:</u> É causado pela remoção de vegetação nativa de uma área. <u>Consequência:</u> Perda de biodiversidade e consequentemente extinção de espécies. <u>Medidas mitigadoras:</u> Aplicação da lei ambiental por meio da fiscalização. Participação do poder público e da iniciativa privada no desenvolvimento de ações de preservação do meio ambiente. <u>Afetam as populações igualmente:</u> O impacto da degradação ambiental é desigual entre pobres e ricos, quase sempre afetando as pessoas mais pobres de maneira mais perversa, podendo infligir sérios danos aos pobres.	Hipótese: O desmatamento é causado pelo uso da extração de madeira para uso humano, e a consequência disso afeta principalmente o oxigênio, os animais e o ambiente. Podemos ajudar com projetos sociais para pessoas afetadas, ONGs, projetos de conscientização e ação benéfica. Não afeta a população da mesma forma. Conclusão: Por meio dos dados encontrados a hipótese é válida.

Fonte: Autores (2025).

Mata Atlântica (Quadro 3) - Na hipótese, os alunos atribuíram o desmatamento aos raios solares e à ação humana, com consequências como a destruição do meio ambiente, a morte de animais e a perda de oxigênio, além de medidas mitigadoras focadas em ações sociais, como apoio a ONGs e tratamento de pessoas e animais afetados. Na conclusão, a causa da ação humana foi explicitada, sendo atribuída à remoção de vegetação nativa; as consequências incluíram a perda de biodiversidade e a extinção de espécies, e as medidas propostas foram mais institucionais, incluindo a aplicação da lei ambiental, fiscalização e colaboração entre poder público e iniciativa privada para a preservação. Essa equipe já na hipótese reconheceu que os impactos do desmatamento não afetam as populações de maneira igualitária, sendo as comunidades mais pobres as mais severamente atingidas.

O desmatamento na Mata Atlântica é um problema ambiental complexo e multifacetado, com diversas causas, consequências e medidas mitigadoras (Tabarelli *et al.*, 2010; Guimarães *et al.*, 2023). De acordo com esses autores, as causas incluem a expansão agrícola e pecuária, a exploração madeireira, a urbanização e os incêndios florestais. As consequências são a perda de biodiversidade, degradação do solo, alterações climáticas, redução da disponibilidade hídrica e a perda de serviços ecossistêmicos essenciais. As medidas mitigadoras incluem políticas públicas de preservação e fiscalização ambiental, restauração de áreas degradadas, promoção de práticas agrícolas sustentáveis, criação de corredores ecológicos, unidades de conservação e educação ambiental.

O racismo ambiental identificado pela equipe da Mata Atlântica encontra suporte em Chiarini (2009), para o qual a degradação ambiental afeta de maneira mais intensa as populações pobres, que dependem dos recursos naturais para sua sobrevivência e enfrentam maior vulnerabilidade à poluição e a condições de vida precárias. Esse reconhecimento dos alunos também está alinhado com Ferreira (2023), que destaca como o desmatamento na Mata Atlântica compromete as condições de vida das populações mais pobres, agravando-se

por fatores socioeconômicos e políticas públicas ineficazes, com impactos desiguais que variam conforme o grupo social e a região.

Quadro 4 – Informações sistematizadas sobre problemas ambientais na Floresta Amazônica e impactos nas populações humanas

Dados para a hipótese	Dados para a conclusão	Floresta Amazônica
<p><u>Problema:</u> Tráfico de Animais</p> <p><u>Causa:</u> Eles traficam os animais para uso ilegal.</p> <p><u>Consequência:</u> Os animais que são traficados podem não se acostumar com o outro ambiente que eles serão levados e as espécies podem ser extintas ao não se adaptar no lugar.</p> <p><u>Medidas mitigadoras:</u> Proibir a caça com leis e palestras.</p> <p><u>Afetam as populações igualmente:</u> Afeta só os animais.</p>	<p><u>Problema:</u> Tráfico de Animais</p> <p><u>Causa:</u> O tráfico de animais está relacionado com diferentes desejos e interesses por animais silvestres.</p> <p><u>Consequência:</u> Além de contribuir para a extinção de inúmeras espécies além das que são caçadas.</p> <p><u>Medidas mitigadoras:</u> A melhor maneira de combater o tráfico de animais silvestres é desestimulando esta prática ilegal, ou seja, sensibilizar as pessoas por meio da educação ambiental.</p> <p><u>Afetam as populações igualmente:</u> Não afeta a população da mesma forma, é diferente porque eles têm doenças que pegam através dos animais por bactérias e outros.</p>	<p>Hipótese: O tráfico de animais é causado pela venda dos animais e tem como consequências a morte dos animais, as medidas mitigadoras são palestras e leis para proibir a caça de animais. Afeta os seres humanos de forma diferente.</p> <p>Conclusão: Umas delas sim, o de consequências, mas a maioria das outras são diferentes. Já as medidas mitigadoras fazem de ensinar educação ambiental para que não ocorra morte de animais ou extinção. Portanto são necessárias leis para que se possa cuidar dos animais. Depois dos dados coletados foi entendido que o problema ambiental afeta de forma diferente.</p>

Fonte: Autores (2025).

Floresta Amazônica (Quadro 4) - Na hipótese, os alunos atribuíram o tráfico de animais à venda ilegal, destacando que as consequências deviam incluir a morte dos animais, com o risco de extinção devido à incapacidade de adaptação ao novo ambiente. As medidas mitigadoras sugeridas foram focadas em proibir a caça através de leis e palestras. A equipe acreditava inicialmente que o impacto afetaria exclusivamente os animais, sem considerar implicações para os seres humanos. Na conclusão, os alunos ampliaram a compreensão do problema, reconhecendo que o tráfico de animais está ligado a diferentes interesses humanos, como a demanda por animais silvestres. As consequências foram ampliadas para incluir a contribuição para a extinção de outras espécies dado as teias e cadeias alimentares que podem ser afetadas, e as medidas mitigadoras foram mais voltadas para a sensibilização por meio da educação ambiental. Além disso, os alunos passaram a entender que o impacto não afeta as populações igualmente, com os seres humanos também sendo afetados por doenças transmitidas por animais, como bactérias e outros agentes patogênicos.

A transformação na compreensão social do problema ambiental do tráfico de animais silvestres ficou claro ao final da investigação conduzida pela equipe da Floresta Amazônica. O risco de zoonoses, afetando a saúde pública, especialmente em comunidades vulneráveis, destacado pelos reflete um avanço no entendimento da Saúde Única (One Health). O conceito de Saúde Única parte da premissa de que a saúde humana, animal e ambiental está interligada de forma integrada e interdependente, de maneira que os desequilíbrios ambientais, como o desmatamento, as queimadas, a poluição e o tráfico de animais silvestres, têm implicações diretas e indiretas na saúde dos ecossistemas (Nogueira *et al.*, 2015; Stehle; Schulz, 2015; Pontes-Filho; Mendonça; Mamed, 2021) e das populações humanas (Evans; Leighton, 2014; Deps e Rosa, 2021; Ellwanger *et al.* 2020, Gibb *et al.*, 2021). Também não ficou de fora o entendimento das desigualdades ambientais, atualmente denominadas de racismo ambiental que tem como premissa, o fato de que a crise do capital ocasiona danos socioambientais de forma desigual entre as diferentes classes sociais (Santos; Silva; Silva, 2022). Além disso, a equipe reconheceu a necessidade de leis rigorosas e fiscalização mais eficazes, alinhando-se com as recomendações da literatura (ver Destro *et al.*, 2020).

Isso reforça a ideia de que combater o tráfico de animais na Amazônia, que é também um fenômeno relacionado a interesses econômicos e culturais, exige um esforço coordenado entre políticas públicas, fiscalização e conscientização da sociedade.

Quadro 5 – Informações sistematizadas sobre problemas ambientais nos Pampas e impactos nas populações humanas

Dados para a hipótese	Dados para a conclusão	Pampas
<u>Problema:</u> Queimadas. <u>Causa:</u> O homem. <u>Consequência:</u> Poluição, falta de vegetação. <u>Medidas mitigadoras:</u> Proibir as queimadas. <u>Afetam as populações igualmente:</u> Não, pois normalmente alguns moram mais distantes.	<u>Problema:</u> Queimadas. <u>Causa:</u> Raios, incêndios e queimadas para limpeza. <u>Consequência:</u> Aquecimento global, perda de biodiversidade e falta de vegetação. <u>Medidas mitigadoras:</u> Não jogue pontas de cigarro e latinhas ou garrafas nos acostamentos de rodovias ou região de matas. <u>Afetam as populações igualmente:</u> O impacto da degradação ambiental é desigual entre os pobres e ricos, quase sempre afetando as pessoas mais pobres de maneira mais perversa.	Hipótese: As queimadas causadas pelo homem geram poluição e falta de vegetação e devem ser proibidas pois podem haver doenças pulmonares tanto nos humanos como nos animais. Conclusão: As causas, consequências e medidas mitigadoras foram ampliadas com a pesquisa. Foi confirmado que o problema ambiental não afeta a população da mesma forma.

Fonte: Autores (2025).

Pampas (Quadro 5) - Na hipótese, os alunos atribuíram as queimadas no Pampa às causas humanas sem detalhamento de quais seriam, mencionaram como consequências a poluição e a perda de vegetação, e as medidas mitigadoras foram focadas na proibição das queimadas. Na conclusão, os alunos ampliaram a análise, reconhecendo causas multifacetadas, como os raios e a prática de queimadas para a agricultura, nas consequências foi incluindo aquecimento global e perda de biodiversidade e nas medidas mitigadoras passaram a incluir campanhas de conscientização sobre o descarte de resíduos sólidos.

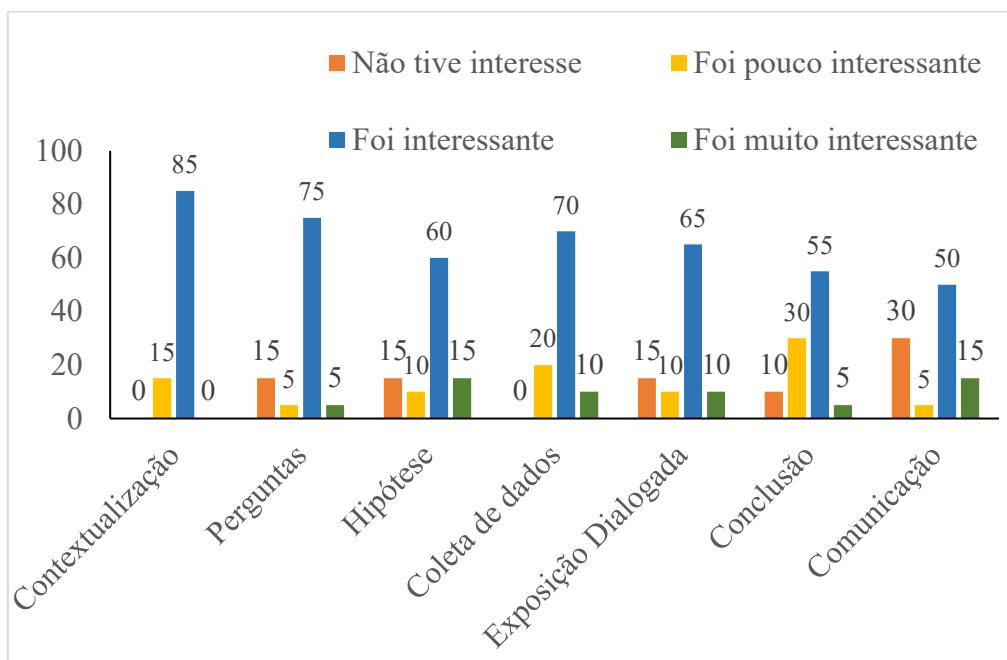
Pode-se apontar que as causas das queimadas no bioma Pampa estão relacionadas à prática agropecuária, especialmente o uso do fogo para limpeza de pastagens e preparo de áreas para cultivo, além da expansão urbana e mudanças climáticas (Berlinck; Lima, 2021; Pivello *et al.*, 2021). As consequências incluem a perda de biodiversidade, degradação do solo, poluição atmosférica e alterações climáticas que prejudicam a qualidade de vida das populações locais. As medidas mitigadoras envolvem a adoção de práticas agropecuárias sustentáveis, a intensificação da fiscalização ambiental, programas de educação e conscientização, além de iniciativas de restauração ecológica e a promoção de alternativas econômicas sustentáveis.

Em relação ao racismo ambiental, a equipe confirmou a hipótese de que as populações de baixa renda são as mais afetadas, já que as áreas mais atingidas estão distantes dos centros urbanos. Para Cascio (2018) e Berlinck e Lima (2021), a poluição do ar gerada pelas queimadas têm impactos diretos na saúde humana, como o aumento de doenças respiratórias, especialmente nas populações mais expostas à fumaça.

Percepção dos estudantes sobre as etapas da SDI

Dos 30 alunos participantes da SDI, 20 responderam ao questionário de percepções. Com idades entre 17 e 20 anos (12 meninas e 8 meninos), os estudantes demonstraram alto interesse (somando as categorias interessante e muito interessante) em etapas como contextualização (85%), problematização (80%), levantamento de hipóteses (75%) e coleta de dados (80%). A exposição dialogada sobre EAC, racismo ambiental e saúde única também teve boa aceitação (75%). Etapas mais complexas, como elaboração de conclusões (60%) e comunicação (65%), apresentaram interesse um pouco menor, mas ainda positivo (Fig. 2).

Figura 2 – Porcentagem do nível de Interesse dos estudantes nas etapas da Sequência Didática Investigativa



Fonte: Autores (2025).

A ausência total de desinteresse na etapa de contextualização indica que as imagens utilizadas despertaram curiosidade e conexão com a realidade dos estudantes. As justificativas mais citadas foram a amplitude do conhecimento e a valorização das imagens (Quadro 6), em consonância com Aguiar (2010), que destacam o papel da cultura visual no engajamento e na formação crítica dos alunos.

Na problematização, os estudantes valorizaram o foco em questões ambientais, socioambientais e o racismo ambiental (Quadro 6), alinhando-se à postura de aprendizagem investigativa defendida por autores como Andrade (2011), Motokane (2015) e Sasseron, 2024. O levantamento de hipóteses foi bem recebido por permitir a mobilização de saberes prévios e reflexões sobre temas sociais como fome e escassez de água (Quadro 6). No entanto, parte dos estudantes (20%) relatou dificuldade com a abordagem investigativa, preferindo métodos tradicionais, especialmente devido a insegurança em elaborar hipóteses (Quadro 6). Segundo Castellar (2016) e Roldi, Silva e Trazzi (2018), a proposição de hipóteses é uma etapa fundamental por estimular a mobilização de saberes prévios e a postura reflexiva dos estudantes, embora possa representar um desafio para aqueles que ainda não estão habituados à autonomia e à liberdade dessa abordagem.

A coleta de dados despertou grande interesse (Fig. 2), atribuído à natureza prática da atividade, à ampliação do conhecimento (45%) e à valorização do erro como parte do processo de aprendizagem (Quadro 6), percepção que se alinha às perspectivas de Carvalho (2018) e Sasseron (2015), para as quais o erro oferece aos alunos a oportunidade de avaliar, criticar e legitimar os procedimentos e conhecimentos adquiridos ao longo da investigação. Também foi mencionada a facilidade de acesso à internet (30%), destacando seu papel como recurso pedagógico, como defendido por Kenski (2015).

O diário de campo do professor indicou que os estudantes enfrentaram dificuldades iniciais na identificação de consequências e medidas mitigadoras dos problemas ambientais, especialmente na fase de elaboração das hipóteses. Contudo, ao longo da SDI, observou-se um progresso conceitual significativo, com maior apropriação dos conteúdos e desenvolvimento da argumentação. Esses resultados evidenciam a importância da mediação docente para orientar o processo investigativo e validar as evidências construídas, conforme apontam Moreira, Souza e Almassy (2015) e Scarpa e Campos (2018), que destacam o papel do professor como facilitador do pensamento crítico, favorecendo o engajamento dos alunos e a construção de novos saberes.

Os estudantes demonstraram interesse na aula expositivo-dialogada, com destaque para o foco em problemas socioambientais e racismo ambiental (30%), a facilidade de compreensão e troca de ideias (25%) e a ampliação do conhecimento (15%) (Quadro 6). Além disso, estudantes que inicialmente desconheciam os conceitos de EAC, racismo ambiental e saúde única relataram tê-los compreendido ao final da aula. Na etapa de elaboração das conclusões, os alunos valorizaram a análise dos dados (45%) e o protagonismo discente (15%), reconhecendo a importância de verificar a coerência entre os dados e as hipóteses. Ainda assim, 25% apresentaram respostas vagas ou ausentes, e 15% relataram desinteresse ou dificuldade. Na comunicação dos resultados, 65% classificou a atividade como interessante ou muito interessante, enquanto 35% demonstraram pouco ou nenhum interesse. Os principais motivos de valorização foram a importância da comunicação (40%) e a ampliação do conhecimento (30%) (Quadro 6). O professor observou, em diário de campo, certa resistência inicial dos grupos em apresentar os resultados por vergonha, posteriormente superada após diálogo coletivo.

Esses resultados sugerem que a abordagem crítica e contextualizada da aula, conforme proposto por Layrargues e Lima (2014), favoreceu o engajamento ao evidenciar as relações entre desigualdade social e impactos ambientais. A compreensão dos conceitos por parte dos alunos reforça o potencial da SDI para promover AC e pensamento crítico, como destacam Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2015, 2024). Essa superação de lacunas conceituais vai ao encontro de Carabetta (2022), que aponta a dificuldade de apropriação de conceitos científicos no ensino de Ciências. Os fundamentos da EAC, nesse sentido, contribuem para uma leitura mais crítica das desigualdades ambientais (Costa; Sale; Mesquita, 2022).

Quanto à elaboração das conclusões, os dados indicam envolvimento dos alunos com o método científico, o que reforça a importância do protagonismo estudantil, mas também evidencia os desafios dessa etapa, reconhecida por sua complexidade (ver Trivelato e Tonidandel, 2015). A comunicação dos resultados, apesar da resistência inicial, revelou-se formativa ao promover socialização, debate e construção coletiva de sentido, aspectos centrais da SDI segundo Scarpa e Campos (2018). A postura do professor como orientador, ao ajustar o nível de apoio conforme a autonomia dos grupos, aliada à reflexão final sobre o processo investigativo, contribuiu para consolidar essa etapa como um momento de aprofundamento crítico. Esse aspecto é essencial no ciclo investigativo, conforme destaca Carvalho (2018), por romper com a lógica transmissiva e favorecer a formação de sujeitos sensíveis e intelectualmente preparados para lidar com as questões sociambientais.

Quadro 6 – Categorias emergentes das percepções dos estudantes sobre as etapas da Sequência Didática Investigativa. Os percentuais de cada categoria estão entre parênteses e exemplos de respostas estão entre aspas

Contextualização com imagens

- 1. Amplitude do conhecimento (55%)**: “Aprendemos um pouco de todos as coisas”; “Fala sobre o cerrado que é uma área crítica e fala sobre as condições do local”.
- 2. Valorização da contextualização por imagens (25%)**: “Trabalhar com imagens me desperta interesse”.
- 3. Respostas vagas (10%)**: “Foi interessante, foi legal”.
- 4. Desinteresse e Dificuldade (10%)**: “Porque eu não lembro de quase nada”; “Não senti tanto interesse porque não foi tão legal”.

Perguntas norteadoras

- 1. Foco nos problemas ambientais (35%)**: “Aprendemos sobre os problemas ambientais”; “Saber mais sobre os problemas”.
- 2. Sem justificativa (25%)**: “Sim”; “Não entendi”.
- 3. Foco nos problemas socioambientais e no racismo ambiental (15%)**: “Pensar sobre coisas que geralmente não pensamos, se o problema afeta os humanos da mesma forma”; “Os problemas ambientais são as secas, falta de água e também a fome”.
- 4. Amplitude do conhecimento (10%)**: “Descobrir mais sobre algo que eu não sabia nada”; “Me fez ter curiosidade e conhecimento”.
- 5. Ênfase em futuras ações ambientais decorrentes do aprendizado (10%)**: “Gera um movimento maior de boas ações”; “Podemos mostrar vários exemplos para a melhoria das cidades”.
- 6. Valorização da pergunta norteadora (5%)**: “Além de ser bem direta a pergunta, ainda é bem objetiva, bem explicado”.

Levantamento de hipóteses

- 1. Valorização da hipótese (50%):** “Pois era uma hipótese sem pesquisa”; “Pois a hipótese estava certa”.
- 2. Desinteresse e dificuldades (20%):** “Para mim é mais fácil aula teórica”; “Não tive interesse porque eu não entendo”.
- 3. Respostas vagas ou ausentes (15%):** “Foi legal”; “Que maneiro”
- 4. Foco nos problemas socioambientais (10%):** “Podemos pensar como agiremos para ajudá-los”; “Fala sobre fome, falta de água e condições de vida”.
- 5. Foco nos problemas ambientais (5%):** “Foi interessante pensar nos problemas que afetam essa vegetação brasileira”.

Coleta de dados na internet

- 1. Amplitude do conhecimento (45%):** “A pessoa errando vai na internet, e se estiver errado você corrige, é errando que se apreende”
- 2. Facilidade e acesso à internet (30%):** “Sempre é bom saber pesquisar coisas da internet”; “Todos gostam da internet”
- 3. Resposta vaga ou ausente (15%):** “Foi pouco Interessante”; “Porque eu gostei demais”
- 4. Foco nos problemas socioambientais (5%):** “Os dados mostram que os animais morrem pela falta de água e alimento, porque a seca é grande”.
- 5. Desinteresse (5%):** “Porque tem uma parte de pesquisa não tanto interessante”

Exposição dialogada dos temas educação ambiental crítica, racismo ambiental e saúde única

- 1. Foco nos problemas socioambientais e no racismo ambiental (30%):** “Vários assuntos sobre a educação ambiental, isso é muito importante e traz vários benefícios para nossa vida”.
- 2. Valorização da aula expositivo-dialogada (25%):** “O diálogo é importante para todos nós aprendermos”; “A forma como a aula foi elaborada, nos ajudou a compreender alguns pontos”.
- 3. Resposta vaga ou ausente (20%):** “Muito legal”; “Foi muito bom”.
- 4. Amplitude do conhecimento (15%):** “Para termos melhor conhecimento”; “Porque nós podemos entender mais sobre o assunto”.
- 5. Desinteresse e Dificuldade (10%):** “Acredito que eu não tenha tido interesse afinal eu não lembro nada sobre”.

Elaboração das conclusões

- 1. Valorização e relevância dos dados (45%):** “Para saber se os dados coletados estão de acordo com a hipótese elaborada”.
- 2. Resposta vaga ou ausente (25%):** “Porque eu não sei”; “Foi mais ou menos”.
- 3. Desinteresse e Dificuldade (15%):** “Pouco interessante pois eu gostei, mas eu não lembro muito”; “Não lembro o assunto”
- 4. Valorização do protagonismo (15%):** “Muito interessante compartilhar ideias e opiniões diferentes”; “Foi um tipo de resumo de tudo, o que nós concluímos”.

Comunicação dos resultados

- 1. Valorização da comunicação (40%):** “Foi muito interessante a comunicação para todo mundo falar o que achou dos resultados”; “Porque foi importante na apresentação do trabalho, tanto individual, como para o grupo”
- 2. Amplitude do conhecimento (30%):** “Nós podemos ver não só o nosso trabalho, mas sim o de toda a turma”; “Pois aprendemos mais e sabemos falar sobre o assunto”
- 3. Desinteresse e Dificuldade (25%):** “Não é legal a apresentação”; “Porque tenho vergonha”
- 4. Resposta vaga ou ausente (5%):** “Porque não”

Fonte: Autores (2025).

Considerações finais

A aplicação da SDI fundamentada na EAC demonstrou ser uma abordagem metodológica adequada para promover a AC sobre os desequilíbrios ambientais nas vegetações brasileiras, alinhando-se à proposta de uma educação emancipatória. Os três objetivos específicos propostos foram alcançados.

O primeiro objetivo, relacionado ao desenvolvimento de uma SDI que abordasse causas, consequências e medidas mitigadoras dos desequilíbrios ecológicos, foi concretizado por meio da elaboração de uma sequência estruturada em atividades que possibilitaram a abordagem de conceitos ecológicos e socioambientais, por meio da problematização, levantamento de hipóteses, coleta de dados, sistematização e comunicação de conclusões, sempre permeadas por discussões e reflexões críticas.

O segundo objetivo, que visava avaliar o potencial da SDI para estimular o desenvolvimento intelectual dos estudantes, foi evidenciado pelo amadurecimento entre hipóteses e conclusões. Observou-se que: (i) os estudantes ampliaram a compreensão das múltiplas causas dos problemas ambientais, superando explicações genéricas e reconhecendo fatores estruturais, como o agronegócio; (ii) conceitos como racismo ambiental e saúde única emergiram nas conclusões, com destaque para os impactos desiguais em populações

vulneráveis; e (iii) as propostas de mitigação evoluíram de medidas punitivas para ações educativas e políticas públicas.

O terceiro objetivo, voltado à promoção de uma postura crítica frente aos problemas ambientais, foi alcançado por meio do engajamento e da autonomia demonstrados nas diferentes etapas da SDI. Fatores como a relevância dos temas abordados, o uso de ferramentas digitais e a valorização da autonomia estudantil foram apontados como motivadores. Ainda que os estudantes tenham demonstrado insegurança na formulação de hipóteses e na comunicação dos resultados, esse desafio foi gradualmente superado com o apoio docente e com a compreensão de que o erro também faz parte do processo de aprendizagem. Consideramos que a ampliação dessa prática para outros conteúdos pode fortalecer a familiaridade com a abordagem investigativa e minimizar o desinteresse e as dificuldades iniciais, permitindo que os alunos desenvolvam, progressivamente, habilidades como autonomia, argumentação baseada em evidências e comunicação científica, transformando desafios iniciais em oportunidades de crescimento.

Além dos avanços no engajamento e na aprendizagem dos estudantes, os resultados da aplicação da proposta pedagógica demonstram o potencial da EAC com viés investigativo para preencher lacunas presentes em documentos oficiais como a BNCC. Enquanto tais diretrizes tendem a tratar a Educação Ambiental de forma transversal e despolitizada, a abordagem crítica aqui adotada promoveu a reflexão sobre as causas estruturais dos desequilíbrios ambientais, como o modelo de desenvolvimento hegemônico e suas consequências para populações vulnerabilizadas. Assim, a experiência contribuiu para apontar a viabilidade e a necessidade de práticas pedagógicas críticas e investigativas no ensino de Biologia, ampliando o alcance formativo da escola para além do currículo prescrito, em direção a uma educação emancipadora.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO).

Referências

ABREU, Ivy de Souza. Biopolítica e racismo ambiental no Brasil: a exclusão ambiental dos cidadãos. *Opinión Jurídica*, v. 12, n. 24, p. 87-99. 2013.

AGUIAR, Suelena de Moraes. A Imagem na Sala de Aula. *Revista Educativa - Revista de Educação*, Goiânia, Brasil, v. 13, n. 2, p. 323–335. 2010. <https://doi.org/10.18224/educ.v13i2.1421>

ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n.1, p.121-137, 2011. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013130109>

ARRAIS, Antonia Adriana Mota; BIZERRIL, Marcelo Ximenes Aguiar. A Educação Ambiental Crítica e o pensamento Freireano: tecendo possibilidades de enfrentamento e resistência frente ao retrocesso estabelecido no contexto brasileiro. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, v. 37, n. 1, p. 145–165, 2020. <https://doi.org/10.14295/remea.v37i1.10885>

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BERLINCK, Christian Niel; LIMA, Luanne. Implementation of integrated fire management in Brazilian federal protected areas: results and perspectives. *Biodiversidade Brasileira*, v. 11, n. 2, p. 1–11. 2021. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v1i2.1709>

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. Disponível em: <http://base-nacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CARABETTA JÚNIOR, Valter. Ensino de ciências da natureza e conceitos científicos. *Revista Tópicos Educacionais*, v. 28, n. 1, p. 241-257, 2022. <https://doi.org/10.51359/2448-0215.2022.252551>

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>

CASCIO, Wayne E. Wildland fire smoke and human health. **Science of the total environment**, v. 624, p. 586-595, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.086>

CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella. *Metodologias ativas: ensino por investigação*. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016.

CHIARINI, Túlio. Pobreza e Meio-Ambiente no Brasil Urbano. *Revista Economia Ensaios*, v. 21, n. 1, p. 7-33, 2009.

COSTA, César Augusto Soares da; LOUREIRO, Carlos Frederico. Paulo Freire e educação ambiental crítica: por uma práxis intercultural de libertação. *Revista da Faculdade de Direito da UFG*, v. 47, n. 3, 2024.

COSTA, Júlia Roberta da; SALES, Evellyn Vitória Alves; MESQUITA, Áurea Nascimento de Siqueira. Reflexões sobre o conceito de Racismo Ambiental através da disciplina eletiva de Educação Ambiental no ensino básico: um caso em uma escola de Recife. *Educação Ambiental*, v. 3, n. 3, p. 31-35, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7510992>

DEPS, Patrícia; ROSA, Patrícia. One Health and Hansen's disease in Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 15, n. 5, p. 1-6. 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009398>

DESTRO, Guilherme Fernando Gomes; MARCO, Paulo; TERRIBILE, Levi Carina. Comparing environmental and socioeconomic drivers of illegal capture of wild birds in Brazil. *Environmental Conservation*, v. 47, n. 1, p. 46-51, 2020. <https://doi.org/10.1017/S0376892919000316>

DUTRA, Thiago; CAMARGO, Tatiana Souza; SOUZA, Diogo Onofre Gomes. As relações teórico-metodológicas entre o pensamento de Paulo Freire e a educação ambiental crítica e transformadora: um olhar a partir dos temas geradores. *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, v. 26, n. 1, p. 603-632, 2021. <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v26i1.11760>

EITERER, Carmen Lúcia. *Metodologia de pesquisa em educação*. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

ELLWANGER, Joel Henrique *et al.* Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 92, n. 1, p. 1-33, 2020. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>

EVANS, B. R.; LEIGHTON, Frederick A. A history of One Health. *Revue Scientifique Technique*, v. 33. n. 2, p. 413-420. 2014.

FERREIRA, Inaldo do Nascimento. Destrução da Mata Atlântica e Povos Tradicionais: interfaces que contribuem com o racismo ambiental. *Revista Húmus*, v. 13, n. 40, p. 1-14. 2023. <https://doi.org/10.18764/2236-4358v13n40.2023.15>

FILIPE, Fabiana Alvarenga; SILVA, Dayane dos Santos; COSTA, Áurea de Carvalho. Uma base comum na escola: análise do projeto educativo da Base Nacional Comum Curricular. *Ensaio: Avaliação E Políticas Públicas Em Educação*, v. 29, n. 112, p. 783-803, 2021. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362021002902296>

FREIRE, Paulo. *Educação como prática da liberdade*. 51. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 83. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

GIBB, Rory. *et al.* A diversidade de hospedeiros zoonóticos aumenta em ecossistemas dominados por humanos. *Nature*, v. 584, p. 1-5. 2020.

GUIMARÃES, Patrik de Oliveira. *et al.* Análise espacial dos fatores condicionantes do desmatamento do Bioma Mata Atlântica/Brasil.. *Revista Geografias*, v. 19, n. 1, p. 1-19, 2023. <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2023.42662>

KENSKI, Vani Moreira. *Internet e sociedade*. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2015.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, n. 1, p. 23-40, 2014.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACHADO, Myller Gomes; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Educação Ambiental crítica para a convivência com o semiárido: a formação continuada de docentes no Cariri paraibano. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 16, n. 6, p. 216-235, 2021.

MONTEIRO, Lara de Macedo. *et al.* Evaluating the impact of future actions in minimizing vegetation loss from land conversion in the Brazilian Cerrado under climate change. *Biodiversity and Conservation*, v. 29, n. 5, p. 1 701-1722, 2020.

MOREIRA, Lídia Cabral; SOUZA, Girene Santos de; ALMASSY, Rosana Cardoso Barreto. O ensino de biologia por investigação e problematização: uma articulação entre teoria e prática. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 5, n. 2, 2015.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 115-137, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>

NEPOMUCENO, Aline lima de oliveira *et al.* O não lugar da formação ambiental na educação básica: reflexões à luz da BNCC e da BNC-formação. *Educação em Revista*, v. 37, n. 1, p.1-14, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-469826552>

NOGUEIRA, Euler Melo *et al.* Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. *Global change biology*, v. 21, n. 3, p. 1271-1292, 2015. <https://doi.org/10.1111/gcb.12798>

OLIVEIRA, Keterym Kelley Ferreira; SANTOS, Pedro Henrique Moraes dos; NOVAIS, Leonardo de Souza. A educação ambiental crítica no ensino médio: analisando a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 e os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM). *Território e Cidadania*, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2024. <https://doi.org/10.70685/tc.v1i3.3636>

PANTOJA, Marcielen Oliveira *et al.* Problemas ambientais no Brasil e a educação ambiental na formação do professor para o cidadão do campo. *Conjecturas*, v. 21, n. 7, p. 630-655, 2021. <https://doi.org/10.53660/CONJ-470-530-021>

PIVELLO, Vânia Regina *et al.* Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 19, n. 3, p. 233-255, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.005>

PONTES-FILHO, Raimundo Pereira; MENDONÇA, Adriana Lo Presti; MAMED, Danielle de Ouro. Tráfico de animais silvestres: o contrabando de aves na Amazônia e os desafios da proteção jurídica e da fiscalização. *Veredas do Direito*, v. 18, n. 41, p. 145-176, 2021.

RIBEIRO, Elâine Maria dos Santos *et al.* Phylogenetic impoverishment of plant communities following chronic human disturbances in the Brazilian Caatinga. *Ecology*, v. 97, n. 6, p. 1583-1592. 2016. <https://doi.org/10.1890/15-1122.1>

RODRIGUES, Ariane de Almeida *et al.* Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. *Global Change Biology*, v. 28, n. 22, p. 6807- 6822. 2022. <https://doi.org/10.1111/gcb.16386>

ROLDI, Maria Margareth Cancian; SILVA, Mirian do Amaral Jonis; TRAZZI, Patricia Silveira da Silva. Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 967–991, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183967>

SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barreto. *et al.* Sustainable Agricultural Uses in the Caatinga. In: Silva, J.M.C., Leal, I.R., Tabarelli, M. (eds). *Caatinga*. Springer, Cham. p. 413-428. jan. 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_16

SANTOS, Josiane Soares; SILVA, Everton Melo; SILVA, Mylena da. Racismo ambiental e desigualdades estruturais no contexto da crise do capital. *Temporalis*, v. 22, n. 43, p. 158–173, 2022. <https://doi.org/10.22422/temporalis.2022v22n43p158-173>

SASSERON, Lúcia Helena. *Alfabetização Científica como perspectiva formativa: resultados de pesquisa e possibilidades de novos estudos*. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira (org) *Análise de dados em Educação para a Ciência e a Matemática*. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2024. p. 103-112.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>

SCARPA, Daniela Lopes; MARANDINO, Marta. *Pesquisa em ensino de ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas*. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, Valinhos-SP. *Anais (...) Valinhos: ABRAPEC*, 1999.

SILVA, Maíra Batistoni; SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica e Domínios do Conhecimento Científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 23, p. e34674, 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>

SOUZA, Carlos M. *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>

STEHLE, Sebastian; SCHULZ, Ralf. Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 18, p. 5750-5755, 2015. <https://doi.org/10.1073/pnas.1500232112>

TABARELLI, Marcelo. *et al.* Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation*, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.005>

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; NETO, Jorge Megid. A produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): base institucional e tendências temáticas e metodológicas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 2, p. 521-549, 2017. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172521>

TRIVELATO, Sílvia Luzia Frateschi; TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequência de ensino de biologia. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>

VALLADARES, Liliana. Scientific Literacy and Social Transformation. *Science & Education*, 30, p. 557–587, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>

XAVIER, Antônio Roberto *et al.* Educação ambiental e BNCC: a abordagem da temática no documento normativo. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 15, n. 1, p. 586–603, 2024. <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i1.3366>

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências*, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>

RECEBIDO: 21/04/2025

RECEIVED: 04/21/2025

APROVADO: 21/07/2025

APPROVED: 07/21/2025

Editor responsável: Alboni Marisa Dudeque Pianovski Vieira